

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



11011 U.S. PTO  
09/896235  
06/29/01

## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT**

**Aktenzeichen:**

100 30 990.9

**Anmeldetag:**

30. Juni 2000

**Anmelder/Inhaber:**

ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart/DE

**Bezeichnung:**

Verfahren zum Beschreiben und Löschen eines  
nichtflüchtigen Speicherbereichs

**IPC:**

G 11 C, G 05 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 02. Mai 2001  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Wolfs

18.05.00

5 ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

Beschreibung

10

Verfahren zum Beschreiben und Löschen eines nichtflüchtigen  
Speicherbereichs

15 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum  
Beschreiben und Löschen eines nichtflüchtigen  
Speicherbereichs, wobei zumindest ein oder mehrere  
Freigabemuster nach fehlerfreiem Beschreiben des  
Speicherbereichs in vorgegebene Teilbereiche dieses  
20 Speicherbereichs geschrieben werden, sowie ein Steuergerät  
mit einer Speichereinrichtung mit einem solchen  
nichtflüchtigen Speicherbereich.

Ein Verfahren zum Betreiben eines Steuergerätes mit einer  
25 programmierbaren nichtflüchtigen Speichereinrichtung ist  
aus der DE 196 19 354 A1 bekannt. Das dort beschriebene  
Kraftfahrzeugsteuergerät verwendet eine elektrisch lösch-  
und programmierbare nichtflüchtige Speichereinrichtung, wie  
ein Flash-EPROM, zur Speicherung der  
30 Steuerfunktionsprogramme und -daten. Derartige  
Speichereinrichtungen haben den Vorteil einer hohen  
Speicherzellendichte und sind elektrisch zu löschen und

jederzeit umzuprogrammieren. Die anfängliche Programmierung sowie die Umprogrammierung solcher Bausteine kann durch ein externes Programmiergerät (beispielsweise ein PC) vorgenommen werden. In der genannten Schrift wird  
5 vorgeschlagen, in bestimmte Teilbereiche eines zu beschreibenden Sektors der Speichereinrichtung sogenannte Selbststeuerdaten, insbesondere Anfangs- und Endemarken, beim Beschreiben des Sektors einzuschreiben. Die Teilbereiche werden so gewählt, daß zumindest ein  
10 Teilbereich durch einen beginnenden Löschvorgang erfaßt wird. Ein ordnungsgemäß beschriebener und danach nicht teilweise oder vollständig gelöschter Sektor weist dann unversehrte Anfangs- und Endemarken auf. Nur in einem solchen Fall wird das Steuergerät mit seiner  
15 programmierbaren Speichereinrichtung zur Steuerung des Kraftfahrzeugs in Betrieb genommen.

Ein nicht fehlerfrei programmiertes Kraftfahrzeugsteuergerät oder ein Steuergerät, dessen  
20 Speichereinrichtung ganz oder teilweise wieder gelöscht ist, kann auf das Fahrverhalten des zu steuernden Kraftfahrzeuges einen derart negativen Einfluß haben, daß Sicherheitsrisiken eintreten können.

25 Wie in oben genannter Schrift beschrieben, kann durch das Überprüfen des Vorhandenseins von Freigabemuster (Anfangs- und Endemarken) eine Aussage darüber getroffen werden, ob die mit den Steuerprogrammen und -daten beschriebene Speichereinrichtung in funktionsfähigem Zustand ist und  
30 deren Daten nicht wieder teilweise oder ganz gelöscht wurden.

Es hat sich jedoch herausgestellt, daß insbesondere im Falle der Umprogrammierung sowie der Löschung das bekannte Verfahren keine zuverlässige Aussage darüber treffen kann, ob der jeweilige Vorgang vollständig und korrekt ausgeführt  
5 worden ist. Spannungseinbrüche können zu einem Abbruch eines Programmier- oder Löschvorganges führen.

Auf der einen Seite ist es möglich, daß kurz vor korrektem Abschluß ein Abbruch derart erfolgt, daß bereits alle  
10 Speicherzellen den gewünschten Inhalt besitzen, einige der Zellen aber noch nicht ausreichend stabil programmiert wurden. Die in der DE 43 32 499 A1 vorgeschlagene Überprüfung durch Berechnen einer Checksumme über den Speicherbereich kann dies nicht detektieren, da hierdurch  
15 nur bereits ausgefallene Speicherzellen oder solche mit falschem Inhalt erkannt werden können. Hier kann das Einschreiben von Freigabemustern in bestimmte Speicherbereiche nach erfolgreicher stabiler Programmierung der Speicherzellen Abhilfe schaffen. Hat auf der anderen  
20 Seite beispielsweise der Löschvorgang zu dem Zeitpunkt begonnen, als der Abbruch erfolgt ist, ist es möglich, daß noch alle Speicherzellen ihren ursprünglichen Inhalt besitzen. Weder eine Überprüfung anhand von Freigabemustern noch eine Checksummenberechnung werden in diesem Fall einen  
25 Fehler detektieren. Der Baustein meldet nach erfolgtem Neustart keine Abnormalität. Trotzdem ist es möglich, daß die Ladungsinhalte einiger Zellen bereits soweit verändert wurden, daß es mittelfristig zu Ausfällen kommen kann.

30 Aufgabe vorliegender Erfindung ist es, ein Verfahren zum Beschreiben und Löschen eines nichtflüchtigen, zu überwachenden Speicherbereichs anzugeben, durch das sowohl

der Abschluß eines erfolgreichen Beschreibens des Speicherbereichs als auch ein angeforderter Löschvorgang zuverlässig festgestellt werden können. Weiterhin soll der sichere Betrieb eines Steuergeräts mit einem  
5 nichtflüchtigen, zu überwachenden Speicherbereich sichergestellt werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben  
10 sich aus den Unteransprüchen. Ein geeignetes Steuergerät ist in Anspruch 4 angegeben.

Erfindungsgemäß wird neben dem Freigabemuster als weiteres Muster ein Ungültigkeitsmuster vorgesehen, das vor einem  
15 angeforderten Löschvorgang in einen Teilbereich des Speicherbereichs eingeschrieben wird. Das Ungültigkeitsmuster besitzt geeigneterweise eine andere Struktur als das Freigabemuster und markiert den Anfang eines Löschvorgangs, während das Freigabemuster das Ende  
20 eines fehlerfreien Programmier- und Speichervorgangs anzeigt. Somit ist es durch die Erfindung möglich, einen Löschvorgang nicht nur negativ durch Veränderung eines Freigabemusters zu detektieren, sondern positiv durch ein gesetztes Ungültigkeitsmuster.

25 Erfindungsgemäß werden bei einem nichtflüchtigen programmierbaren Speicher im zu überwachenden Speicherbereich mindestens drei unabhängig programmierbare Teilbereiche freigehalten. Nach Abschluß einer  
30 erfolgreichen Programmierung wird mindestens einer dieser Teilbereiche mit einem Freigabemuster gefüllt. Dieses Freigabemuster sollte nicht den Inhalten eines gelöschten

Bausteins im betreffenden Speicherbereich entsprechen. Vor einem angeforderten Löschvorgang werden in (mindestens) zwei weitere unabhängige Teilbereiche jeweils ein Ungültigkeitsmuster eingespeichert. Die beiden Teilbereiche für das Ungültigkeitsmuster umgeben hierbei sämtliche Teilbereiche für Freigabemuster, d.h. ein Ungültigkeitsmuster liegt noch vor dem zuerst mit einem Freigabemuster beschriebenen Teilbereich und ein weiteres Ungültigkeitsmuster liegt hinter dem zuletzt mit einem Freigabemuster beschriebenen Teilbereich des Speicherbereichs. Auch das Ungültigkeitsmuster darf in keinem Fall dem Inhalt eines gelöschten Bausteins entsprechen.

Die erfindungsgemäßen Ungültigkeitsmuster markieren demnach den zum Löschen freigegebenen Speicherbereich. Diese Markierung bleibt bei vorzeitigem Abbruch des Löschvorganges erhalten, so daß der betreffende Bereich als „ungültig“ gekennzeichnet ist und ein anschließender Neustart durch Auslesen des Speicherbereichs selbst dann verhindert werden kann, wenn die vorhandenen Freigabemuster unversehrt geblieben sein sollten.

Bei einer stochastischen Veränderung der Ladungsträgerinhalte in den Speicherzellen beim Löschvorgang kann es vorkommen, daß die Teilbereiche, welche eines der Muster enthalten, bereits vollständig gelöscht sind, während andere noch nicht verändert wurden. Die Wahrscheinlichkeit, daß einige der Speicherzellen zwischen bereits gelöschten Speicherzellen noch vollkommen unverändert sind, ist aufgrund der Bauart der zumeist verwendeten Speicher (wie Flash-EPROMs) extrem gering.

Die Programmierung der Muster wird allein von intern ablaufenden Routinen gesteuert. Diese Routinen besitzen eingebaute Prüfverfahren und Ablaufsteuerungen, welche den Zeitpunkt für die Programmierung festlegen. Eine Beeinflussung des Verfahrens oder eine Manipulation der Muster von außen, z. B. durch Anforderungen eines Programmiergeräts, sind ausgeschlossen.

10 Die folgenden Aussagen über den Inhalt des zu überwachenden Speicherbereichs können beim Einsatz des erfindungsgemäßen Verfahrens getroffen werden:

1) Wenn keine oder nicht alle Freigabemuster  
15 einprogrammiert wurden, ist der Inhalt des Speicherbereichs nicht notwendigerweise korrekt und die Programmierung sollte wiederholt werden.

2) Wurden alle Freigabemuster einprogrammiert und sind  
20 alle Teilbereiche, welche für Ungültigkeitsmuster reserviert sind, noch gelöscht, so ist der Inhalt des Speicherbereichs garantiert korrekt.

3) Wenn mindestens Teile der Ungültigkeitsmuster in den  
25 dafür vorgesehenen Teilbereichen stehen, ist der Inhalt des Speicherbereichs nicht notwendigerweise korrekt. Dies ist ein Hinweis darauf, daß ein Löschvorgang vorgesehen war oder bereits begonnen hatte. Der Löschvorgang sollte dann wiederholt werden.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß durch die Erfindung der Zustand des zu überwachenden Speicherbereichs zu jedem Zeitpunkt mit maximaler Wahrscheinlichkeit festgestellt werden kann. Es werden keine zusätzlichen Speicher benötigt, um die hierfür notwendigen Informationen abzulegen. Lediglich mindestens drei unabhängig programmierbare Teilbereiche müssen innerhalb des zu überwachenden Speicherbereichs definiert und reserviert werden.

10

Im folgenden soll die Erfindung durch ein Ausführungsbeispiel anhand der Figur näher erläutert werden.

15 Die Figur zeigt einen zu überwachenden Speicherbereich SB in einem nichtflüchtigen, programmierbaren Speicher sowie die erfindungsgemäße Anordnung der Teilbereiche für Freigabemuster FM und Ungültigkeitsmuster UM.

20 Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel ist der zu überwachende Speicherbereich SB Bestandteil eines elektrisch lösch- und programmierbaren nichtflüchtigen Speichers, in diesem Fall ein Flash-EPROM. Solche Speicher finden in Kraftfahrzeugsteuergeräten häufig neben anderen  
25 Arten von Speichern, wie Schreib-/Lesespeicher und Nur-Lese-Speicher Verwendung. Das Kraftfahrzeugsteuergerät erhält von verschiedenen am Fahrzeug angebrachten Sensoren Eingangssignale, die als Eingabeparameter für verschiedene Steuerprogramme verwendet werden. Die  
30 Steuerfunktionsprogramme und Steuerfunktionsdaten sind in dem Flash-EPROM niedergelegt und lassen sich bei später entdeckten Fehlern oder bei individuellen Kundenwünschen



entsprechend umprogrammieren. Das Kraftfahrzeugsteuergerät gibt an Aktuatoren Ausgangssignale ab, die das Steuerprogramm berechnet und festlegt.

5 Vor dem Beschreiben (Einschreiben eines Programms) des Flash-EPROMs findet in der Regel eine Löschung des betreffenden Speicherbereichs statt. Beim anschließenden Programmiervorgang kann an den Anfang des zu beschreibenden Bereichs zunächst ein erstes Freigabemuster FM in den dort  
10 reservierten Teilbereich geschrieben werden. Anschließend werden die Nutzdaten in den dafür vorgesehenen Speicherbereich eingeschrieben, wobei nach Beendigung dieses Vorganges ein weiteres Freigabemuster an das Ende des beschriebenen Bereichs gesetzt werden kann. Alternativ  
15 hierzu läßt sich auch mit nur einem Freigabemuster arbeiten, das in einen Teilbereich des Speicherbereichs gesetzt wird, der in jedem Fall gleich zu Beginn eines Löschvorganges von diesem erfaßt wird. Ein möglicher Teilbereich für ein Freigabemuster FM ist in der Figur  
20 dargestellt.

Nach erfolgreichem Abschluß des Beschreibens des Flash-EPROMs befinden sich im Speicherbereich SB die Nutzdaten sowie das oder die Freigabemuster FM in den hierfür  
25 vorgesehenen Teilbereichen. Die Teilbereiche für die Ungültigkeitsmuster UM bleiben gelöscht. Eine Routine überprüft diese Bedingungen vor Inbetriebnahme des Steuergeräts und verhindert einen Neustart, wenn eine dieser Bedingungen nicht erfüllt ist.

30

Vor einem angeforderten Löschvorgang werden der erste und der letzte der reservierten Teilbereiche im Speicherbereich

- SM mit einem Ungültigkeitsmuster UM programmiert. Beim anschließend einsetzenden Löschvorgang werden sowohl die Nutzdaten wie auch die Freigabemuster und schließlich die Ungültigkeitsmuster gelöscht. Die Wahrscheinlichkeit, daß beide Ungültigkeitsmuster gelöscht sind, aber dazwischenliegende Speicherzellen noch vollkommen unverändert sind, ist bei der Bauart der üblichen Flash-EPROMs äußerst gering. Wenn demnach mindestens Teile der Ungültigkeitsmuster nach dem Löschvorgang in den dafür vorgesehenen Teilbereichen verblieben sein sollten, muß davon ausgegangen werden, daß der Löschvorgang nicht ordnungsgemäß zu Ende geführt wurde. Die Löschung sollte deshalb wiederholt werden.
- 15 Mit der Erfindung ist es auch möglich, einen unmittelbar nach Beginn abgebrochenen Löschvorgang zu detektieren, da in diesem Fall zumindest Teile des Ungültigkeitsmusters in den hierfür vorgesehenen Teilbereichen bereits eingeschrieben sind. Da vor einem Neustart des Steuergeräts der Speicherbereich des Flash-EPROMs auf das Vorhandensein der Ungültigkeitsmuster überprüft werden kann, ist es möglich, einen solchen angeforderten, aber vorzeitig abgebrochenen Löschvorgang zu detektieren und sicherheitshalber einen Neustart zu verhindern. Ohne die
- 25 erfindungsgemäßen Ungültigkeitsmuster, d. h. nur anhand der Freigabemuster und/oder der Checksummenberechnung, wäre die Ermittlung eines vorzeitig abgebrochenen Löschvorganges nicht möglich.
- 30 Auch bei einer Neuprogrammierung sollte der Speicherbereich zunächst auf das Vorhandensein von Ungültigkeitsmustern überprüft werden, deren Vorhandensein Aufschluß darüber

liefert, das ein vorangehener Löschvorgang nicht  
ordnungsgemäß zu Ende geführt wurde.

Die Erfindung macht es möglich, nicht nur ein  
5 ordnungsgemäßes Beschreiben sondern auch ein eingesetztes  
Löschen eines Speicherbereichs in einem nichtflüchtigen  
Speicher durch die Kombination von Freigabe- und  
Ungültigkeitsmustern zu erkennen. Damit läßt sich der  
jeweilige Zustand des zu überwachenden Speicherbereichs  
10 hinreichend exakt bestimmen. Die Erfindung läßt sich leicht  
in vorhandene Systeme implementieren, da lediglich weitere  
Teilbereiche in dem vorhandenen Speicherbereich reserviert  
werden müssen, ohne daß der vorhandene Speicher  
unangemessen eingeschränkt oder zusätzlicher Speicher  
15 benötigt würde.

18.05.00

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

5

# Ansprüche

10 1. Verfahren zum Beschreiben und Löschen eines  
nichtflüchtigen Speicherbereichs (SB), wobei ein oder  
mehrere Freigabemuster (FM) nach fehlerfreiem Beschreiben  
des Speicherbereichs (SB) in vorgegebene Teilbereiche  
dieses Speicherbereichs geschrieben werden,  
15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß weitere Teilbereiche, die die für die Freigabemuster  
(FM) reservierten Teilbereiche umschließen, im  
Speicherbereich (SB) vorgesehen werden, und daß diese  
Teilbereiche vor einem Löschvorgang mit jeweils einem  
20 Ungültigkeitsmuster (UM) beschrieben werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß  
das Freigabemuster (FM) und das Ungültigkeitsmuster (UM)  
nicht den Inhalten gelöschter Bausteine des  
25 Speicherbereichs (SB) entsprechen.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch  
gekennzeichnet, daß vor einem Auslesen eines beschriebenen  
nichtflüchtigen Speicherbereichs (SB) die dafür  
30 reservierten Teilbereiche auf das Vorhandensein von  
Ungültigkeitsmustern (UM) überprüft werden.

4. Steuergerät mit einer Speichereinrichtung mit einem nichtflüchtigen Speicherbereich (SB) zur Speicherung von Steuerfunktionsprogrammen und -daten, wobei im Speicherbereich ein oder mehrere Teilbereiche für
5. Freigabemuster (FM) vorgesehen sind, die im beschriebenen Speicherbereich die Teilbereiche belegen, dadurch gekennzeichnet, daß im Speicherbereich (SB) weitere Teilbereiche für Ungültigkeitsmuster (UM) reserviert sind, die die Teilbereiche für Freigabemuster (FM) umschließen.

18.05.00

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

5

Verfahren zum Beschreiben und Löschen eines nichtflüchtigen  
Speicherbereichs

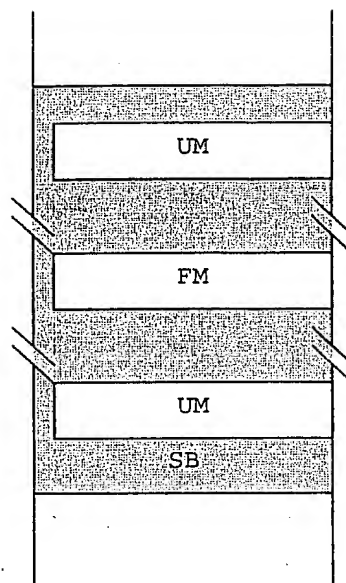
10

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Beschreiben und  
Löschen eines nichtflüchtigen Speicherbereichs (SB) wobei  
15 zumindest ein Freigabemuster (FM) nach fehlerfreiem  
Beschreiben des Speicherbereichs in einen vorgegebenen  
Teilbereich desselben geschrieben wird. Um abgebrochene  
Löschvorgänge sicher ermitteln zu können, wird  
vorgeschlagen, in zwei weitere Teilbereiche des  
20 Speicherbereichs (SB) vor dem Löschvorgang  
Ungültigkeitsmuster (UM) einzuschreiben, wobei die hierfür  
vorgesehenen Teilbereiche diejenigen für die Freigabemuster  
reservierten Teilbereiche umschliessen. Das (teilweise)  
Vorhandensein von Ungültigkeitsmustern weist auf einen  
25 nicht korrekt beendeten Löschvorgang hin. Die Erfindung  
läßt sich mit Vorteil in Steuergeräten mit nichtflüchtigen  
Speichern einsetzen.

(Figur)

30



Figur